

Trabajo Fin de Grado  
Grado en Odontología

# Propuesta de un sistema de identificación forense basado en métodos de marcado dental

Egilea /Autora

**Paula Martínez Maza**

Zuzendaria / Director

**Alberto Anta Escuredo**

Zuzendarikidea / Codirectora

**Estíbaliz Rámila Sánchez**

© 2018, Paula Martínez Maza

## RESUMEN

**Introducción:** identificar a una persona tras un trágico suceso conlleva una gran responsabilidad no sólo desde la perspectiva emocional o afectiva, sino también en el ámbito económico-legal. Desde la Antigua Roma la Odontología ha servido como método de identificación forense. Los tejidos dentales poseen gran resistencia ante condiciones adversas, lo que les hace idóneos como método de identificación.

**Objetivos:** establecer una propuesta de identificación forense basada en la colocación de una miniplaca marcada con un código de validez internacional en una ubicación estandarizada de un diente y comprobar su resistencia a la temperatura.

**Material y métodos:** se parte de una muestra de 10 dientes a los que se les hará una pequeña cavidad en una zona estandarizada para introducir una miniplaca marcada con un sistema de puntos y rayas, después se obturará con resina. Se dividirá la muestra en grupos, que se expondrán a temperaturas de 200°C, 400°C, 600°C, 800°C, 1000°C y 1100°C, de forma puntual o secuencial en función del grupo al que pertenezcan. Tras finalizar esta fase se analizarán los resultados por medio de un microscopio clínico.

**Resultados:** todas las placas han aguantado bien la exposición al calor y conservado su marca, el material de obturación ha aguantado hasta los 800°C. Los dientes también han soportado correctamente la exposición a altas temperaturas. Se propone un código alfanumérico con validez internacional, que sirva para identificar tanto al paciente que lo porta como al odontólogo encargado de su colocación. La placa será de titanio y se marcará con un sistema de microfresado.

**Conclusiones:** el sistema de marcado propuesto puede ser válido como método de identificación. Los dientes y la miniplaca identificativa han probado ser capaces de resistir a altas temperaturas de manera satisfactoria.

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	9
MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
RESULTADOS.....	15
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la muestra en función de las temperaturas a las que se va a someter.....	10
Tabla 2. Distribución de la muestra en función del marcado de la placa.....	12
Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos en los dientes pares, sometidos a un solo ciclo de horno.....	21
Tabla 4. Resumen de los resultados obtenidos en los dientes impares, sometidos a varios ciclos de horno.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Marcado de las placas en silicona pesada.....	11
Figura 2. Placa marcada con un punto.....	11
Figura 3. Marcado con dos rayas.....	11

Figura 4. Marcado con dos puntos.....	11
Figura 5. Marcado con raya y punto.....	11
Figura 6. Diente 4 con la placa dentro.....	12
Figura 7. Diente 6 y placa marcada.....	12
Figura 8. Diente 4 obturado.....	13
Figura 9. Diente 10 obturado.....	13
Figura 10. Preparaciones 3,4, 5 y 6 antes de introducirse al horno.....	14
Figura 11. Diente 1 tras los seis ciclos de horno.....	15
Figura 12. Diente 2 tras un ciclo de horno.....	16
Figura 13. Diente 3 tras cinco ciclos de horno.....	16
Figura 14. Diente 4 tras un ciclo de horno.....	17
Figura 15. Diente 5 tras cuatro ciclos de horno.....	17
Figura 16. Diente 6 tras un ciclo de horno.....	18
Figura 17. Diente 7 tras tres ciclos de horno.....	19
Figura 18. Diente 8 tras un ciclo de horno.....	19
Figura 19. Diente 9 tras dos ciclos de horno.....	20
Figura 20. Diente 10 tras un ciclo de horno.....	20

## **1. INTRODUCCIÓN**

Identificar a una persona tras un trágico suceso conlleva una gran responsabilidad no solo desde la perspectiva emocional o afectiva, sino también en el ámbito económico-legal (herencias familiares, entornos laborales o cuestiones administrativas). Todo aquel que participe en el proceso de identificación o reconocimiento de las víctimas tiene la responsabilidad legal de llevar a cabo el proceso exitosamente, en el menor tiempo posible y con la máxima eficacia, reduciendo así, en la medida de lo posible, el sufrimiento y la incertidumbre a la que se ven sometidos los más allegados al fallecido.

En el momento en que se produce un accidente o catástrofe entra en funcionamiento un equipo multidisciplinar, en el que el papel del odontólogo forense puede ser fundamental para conseguir un desarrollo favorable (Garach, 2005).

### **1.1 LA ODONTOLOGÍA A LO LARGO DE LA HISTORIA**

La primera referencia histórica que relaciona la identificación forense y la odontología se da en la época del Imperio Romano. Agripina, tras encargarse a unos sicarios el asesinato de Lollia Paulina, la reconoció por un defecto en sus dientes puesto que como prueba le presentaron su cabeza deformada e imposible de reconocer (Sweet, 2001).

A lo largo de la historia los dientes han servido para certificar la muerte de diferentes personajes históricos, aunque el nacimiento de la Odontología Forense como tal se atribuye a Óscar Amoedo, con la publicación en 1898 del libro “L' Art Dentaire en Médecine Légale”. En un principio era una tesis para optar al título de Medicina, pero se convirtió en un tratado difundido por todo el mundo. Previamente, Amoedo ya había publicado un trabajo por su participación junto con otros profesionales en la primera identificación odontológica en una gran catástrofe; fue en el año 1897, en París bajo el nombre de “Función de los dentistas en la identificación de las víctimas de la catástrofe del Bazar de la Caridad”. En este informe concluye que era necesario establecer un sistema internacional de trazo uniforme de diagramas de la dentición y una sola nomenclatura (Moya Pueyo, Roldan Garrido & Sánchez Sánchez, 1994).

A partir de estas publicaciones el papel de la odontología y de sus profesionales en la identificación forense fue tomando más y más importancia hasta hoy en día, que se ha utilizado en casos como el tsunami que asoló el sudeste asiático en diciembre del 2004. En Tailandia se pudo identificar al 54% de las víctimas utilizando exclusivamente la identificación dental y a un 16,6% más si se utilizaba combinada con algún otro método (examen físico o análisis de huellas dactilares). Aproximadamente el 80% de las víctimas extranjeras fueron identificadas gracias a métodos odontológicos, mientras que la cifra en víctimas tailandesas era muy inferior debido a la falta de registros previos (Schuller-Götzburg & Suchanek, 2007).

En España también se pueden encontrar casos en que la odontología ha sido clave en la identificación; dos accidentes de autobús, uno en Bailén en 1996 y otro en Illescas en 1997. En el primero la identificación con métodos dentales fue un 57% del total mientras que en el segundo fue de un 80% (Valenzuela, Marqués, Expósito, Martín-de las Heras & García, 2002).

Un caso muy destacado y recordado es el accidente aéreo del Yak-42 en Turquía en mayo del 2003. Viajaban a bordo 62 militares españoles junto a 12 tripulantes ucranianos y un ciudadano bielorruso; no hubo ningún superviviente (Redacción El HuffPost, 2017).

Durante el proceso de identificación se produjeron una serie de negligencias por parte de las autoridades responsables, primaron la celebración funerales y homenajes a la certificación de las identidades. Entre el equipo del que disponían durante todo el proceso se encontraban un biólogo y un odontólogo, pero los médicos militares prescindieron de su ayuda, al igual que tampoco solicitaron el ADN a las familias (ABC, 2015).

El resultado fue una errónea identificación de 30 cadáveres de los 62 fallecidos. Los responsables del proceso en todo momento fueron conscientes que debido al mal estado en que se encontraban los restos era imposible certificar las identidades con total seguridad sin realizar más pruebas, cosa que omitieron con la excusa de dulcificar la descripción a las familias (González, 2009).

## **1.2 LEGISLACIÓN VIGENTE RESPECTO A LA CERTIFICACIÓN DE LA MUERTE EN ESPAÑA**

La obligación legal de certificar la muerte de alguien se ve reflejada, en el caso de nuestro país, en el Código Civil, esta se encuentra recogida en los artículos 193, 194, 195, 196 y 197.

Artículo 193.

Procede la declaración de fallecimiento:

1º. Transcurridos diez años desde las últimas noticias habidas del ausente, o, a falta de éstas, desde su desaparición.

2º. Pasados cinco años desde las últimas noticias o, en defecto de éstas, desde su desaparición, si al expirar dicho plazo hubiere cumplido el ausente setenta y cinco años. Los plazos expresados se computarán desde la expiración del año natural en que se tuvieron las últimas noticias, o, en su defecto, del en que ocurrió la desaparición.

3º. Cumplido un año, contado de fecha a fecha, de un riesgo inminente de muerte por causa de violencia contra la vida, en que una persona se hubiese encontrado sin haberse tenido, con posterioridad a la violencia, noticias suyas. En caso de siniestro este plazo será de tres meses.

Se presume la violencia si en una subversión de orden político o social hubiese desaparecido una persona sin volverse a tener noticias suyas durante el tiempo expresado, siempre que hayan pasado seis meses desde la cesación de la subversión.

Artículo 194.

Procede también la declaración de fallecimiento:

1º. De los que perteneciendo a un contingente armado o unidos a él en calidad de funcionarios auxiliares voluntarios, o en funciones informativas, hayan tomado parte en operaciones de campaña y desaparecido en ellas luego que hayan transcurrido dos años, contados desde la fecha del tratado de paz, y en

caso de no haberse concertado, desde la declaración oficial de fin de la guerra.

2. ° De los que resulte acreditado que se encontraban a bordo de una nave cuyo naufragio o desaparición por inmersión en el mar se haya comprobado, o a bordo de una aeronave cuyo siniestro se haya verificado y haya evidencias racionales de ausencia de supervivientes.

3. ° De los que no se tuvieren noticias después de que resulte acreditado que se encontraban a bordo de una nave cuyo naufragio o desaparición por inmersión en el mar se haya comprobado o a bordo de una aeronave cuyo siniestro se haya verificado, o, en caso de haberse encontrado restos humanos en tales supuestos, y no hubieren podido ser identificados, luego que hayan transcurrido ocho días.

4. ° De los que se encuentren a bordo de una nave que se presuma naufragada o desaparecida por inmersión en el mar, por no llegar a su destino, o si careciendo de punto fijo de arribo, no retornase y haya evidencias racionales de ausencia de supervivientes, luego que en cualquiera de los casos haya transcurrido un mes contado desde las últimas noticias recibidas o, por falta de éstas, desde la fecha de salida de la nave del puerto inicial del viaje.

5. ° De los que se encuentren a bordo de una aeronave que se presuma siniestrada al realizar el viaje sobre mares, zonas desérticas o inhabitadas, por no llegar a su destino, o si careciendo de punto fijo de arribo, no retornase, y haya evidencias racionales de ausencia de supervivientes, luego que en cualquiera de los casos haya transcurrido un mes contado desde las últimas noticias de las personas o de la aeronave y, en su defecto, desde la fecha de inicio del viaje. Si éste se hiciere por etapas, el plazo indicado se computará desde el punto de despegue del que se recibieron las últimas noticias.

#### Artículo 195.

Por la declaración de fallecimiento cesa la situación de ausencia legal, pero mientras dicha declaración no se produzca, se presume que el ausente ha vivido hasta el momento en que deba reputársele fallecido, salvo investigaciones en contrario.



Toda declaración de fallecimiento expresará la fecha a partir de la cual se entienda sucedida la muerte, con arreglo a lo preceptuado en los artículos precedentes, salvo prueba en contrario.

#### Artículo 196.

Firme la declaración de fallecimiento del ausente, se abrirá la sucesión en los bienes del mismo, procediéndose a su adjudicación conforme a lo dispuesto legalmente.

Los herederos no podrán disponer a título gratuito hasta cinco años después de la declaración del fallecimiento. Hasta que transcurra este mismo plazo no serán entregados los legados, si los hubiese, ni tendrán derecho a exigirlos los legatarios, salvo las mandas piadosas en sufragio del alma del testador o los legados en favor de instituciones de beneficencia.

Será obligación ineludible de los sucesores, aunque por tratarse de uno sólo no fuese necesaria partición, la de formar notarialmente un inventario detallado de los bienes muebles y una descripción de los inmuebles.

#### Artículo 197.

Si después de la declaración de fallecimiento se presentase el ausente o se probase su existencia, recobrará sus bienes en el estado en que se encuentren y tendrá derecho al precio de los que se hubieran vendido, o a los bienes que con este precio se hayan adquirido, pero no podrá reclamar de sus sucesores rentas, frutos ni productos obtenidos con los bienes de su sucesión, sino desde el día de su presencia o de la declaración de no haber muerto (Civil, 1982).

### **1.3 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN PRIMARIOS: IMPORTANCIA DE LOS DIENTES**

La Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL), con 192 países miembros, elabora una guía para la identificación de víctimas de catástrofes. Esta entidad reconoce como métodos de identificación primarios y más fiables los análisis odontológicos, los análisis de huellas dactilares y los análisis de ADN (INTERPOL, 2009).

### 1.3.1 Odontología forense

Debido a su carácter único, las estructuras y rasgos de los dientes y mandíbulas humanas son idóneos para la identificación de víctimas. Los dientes están protegidos en la cavidad bucal y soportan bien los efectos del ambiente exterior antes, durante y después de la muerte (INTERPOL, 2009).

Cuando el cuerpo es sometido a altas temperaturas, entre otros fenómenos, se produce la contracción de los músculos masticatorios y el adelantamiento de la lengua, que empuja contra los dientes (Paz, Ferrer & Cardozo, 2005). A su vez, los dientes están compuestos por las sustancias más duras y resistentes del cuerpo, ambos factores sumados, la protección de la musculatura y las características especiales del diente, contribuyen a la conservación de los dientes en el caso del cadáver quemado.

Los tejidos dentales resisten eficazmente a las altas temperaturas conservándose de manera que apenas se afecta a su morfología. Los materiales de obturación también tienen una alta resistencia, pero es posible que su estructura se vea comprometida en temperaturas algo inferiores que los dientes sin restauraciones. Los cambios que experimenta el diente no son siempre iguales, uno de los factores que influye principalmente es la temperatura, esta hace que presente uno u otro color, textura, fragmentación de los tejidos, aparición de fisuras, etc. Otros factores que influyen en su comportamiento son el tiempo de exposición, la causa del fuego, la presencia de químicos o la curva de aumento de la temperatura (Merlati, Savio, Danesino, Fassina & Menghini 2004; Moreno, León, Marín & Moreno, 2008; Moreno, Merlati, Marin, Savio & Moreno 2009; Vázquez, Rodríguez & Moreno, 2012).

El método más extendido en referencia a la aplicación de la odontología forense en situaciones de grandes masas es la comparación entre datos dentales antemortem (AM) y postmortem (PM). Entre estos datos, lo fundamental es recoger todos los datos del odontograma (dientes presentes/ausentes, patologías y tratamientos restauradores o protésicos) fotografías, radiografías (sobre todo periapicales y ortopantomografía), particularidades anatómicas y los modelos dentales, si es posible (Martín de las Heras, Valenzuela, de Dios Luna & Bravo, 2010).

En estos casos recopilar el mayor número de datos es un recurso muy importante por el alto número de fallecidos y su mal estado de conservación, con la odontología se puede contribuir a resolver muchos casos o descartar identidades.

El lenguaje clínico puede ser un inconveniente, cada centro puede tener unas abreviaturas determinadas, puede que se utilicen diferentes sistemas de nomenclaturas o que las notas estén apuntadas en un idioma diferente y sean difíciles de interpretar por el odontólogo forense. Aunque el inconveniente principal sigue siendo la falta de datos AM o PM debido a que no se han podido obtener los AM o porque es imposible la comparación PM (Sweet, 2010).

Tras realizar la comparación AM y PM, los odontólogos pueden llegar a diferentes conclusiones (Interpol, 2009):

- Identificación inequívoca: certeza absoluta.
- Identificación probable: hay correspondencia entre algunos datos pero son insuficientes.
- Identificación posible: nada permite negar la identificación pero los datos son insuficientes.
- Identidad descartada: los datos son de personas distintas.
- Comparación imposible

En caso de no poder obtener los datos AM, se seguirá el proceso de recogida de datos para elaborar el perfil dental PM, que permitirá facilitar la localización de los datos AM. El perfil aporta información para determinar el sector de la población al que puede pertenecer (Pretty & Sweet, 2001).

- Edad: con precisión de hasta  $\pm 1,5$  años.
- Raza: se puede distinguir en 3 grandes grupos principales: caucásica, africana o mongoloide.
- Nivel socioeconómico: la presencia o ausencia de tratamientos dentales puede ser indicativa.
- Hábitos dietéticos: la presencia de erosión puede determinar el abuso de sustancias ácidas, alcohol, drogas o la existencia de trastornos de la alimentación, como la bulimia.

Existen otros métodos identificativos que se basan en la odontología aunque los dos más utilizados sean los dos anteriores (identificación comparativa y elaboración del perfil dental).

El marcado de prótesis dentales es una práctica extendida y recomendada por muchas asociaciones internacionales, aunque no existe un protocolo. Es importante hacerlo ya que si el fallecido es totalmente edéntulo facilitaría el proceso de identificación. Las prótesis pueden marcarse con el nombre, las iniciales o un número que represente al paciente; se puede hacer tanto en el interior como en el exterior, ya sea mediante un simple marcado, el uso de un código de barras, con placas metálicas o chips (Datta & Sood, 2010).

La Asociación Dental Americana (ADA) ha determinado unos criterios específicos que se deberían de cumplir para esta técnica (Brian, 1989):

- La identificación debe ser específica del individuo
- La técnica debe ser sencilla
- El marcado debe ser resistente al fuego y a los disolventes
- La prótesis no debe ser frágil
- Debe ser estéticamente aceptable

Los implantes dentales pueden considerarse útiles en identificación forense, según el estudio de Berketa, James & Marino (2011), los implantes sirven también como método de identificación en situaciones en las que no es posible otro tipo de identificación dental o método científico, gracias a la alta resistencia tanto del titanio como de sus aleaciones y su elevado punto de fusión, superior a los 1650°C los implantes seguirán manteniendo características como su forma y geometría, necesarias para determinar el tipo de implante.

El marcado dental como sistema de identificación no es un sistema reciente, en el año 1975 Samis comenzó a sugerir la idea de utilizar una especie de chips de cerámica como sistema de identificación dental, los dientes que portaran este chip se reconocerían gracias a un pin cementado en la dentina, visible en una radiografía. Unos años más tarde Wilson (1983) propone una serie de cavidades estandarizadas en función del tipo dentario (molar y premolar). Sigue el mismo sistema que Samis,

utilizando cerámica marcada con un código alfanumérico, al final del estudio 16 de los 20 chips pudieron ser utilizados y leídos.

Otros métodos de identificación incluyen el uso de chips. Una propuesta suiza de identificación (Mühlemann, Steiner & Brandestini, 1979) se basa en la implantación de un chip en el esmalte dental, obturado con composite rojo con una técnica de grabado común, que facilita su localización en boca. En su interior alberga un código alfanumérico de 13 dígitos (número de la seguridad social).

Por último, no se puede obviar la herramienta fundamental y más eficaz de identificación, a la que se recurre cuando los métodos convencionales no son posibles, el análisis de ADN (Sweet & Hildebrand, 1998). El tejido pulpar es óptimo para la conservación del material genético tras someterse los restos a altas temperaturas, aunque el principal problema surge en su extracción, debido a la fragilidad de los tejidos (Remualdo, 2004; Silva, Sales-Peres, Oliveira, Oliveira & Sales-Peres, 2007).

Hay situaciones reales donde la identificación con ADN no fue posible debido a las altas temperaturas que se alcanzaron durante el incendio; por ejemplo el caso Breton, en el año 2011. Un padre mata a sus hijos, los quema en su finca y los únicos restos que quedan son algún hueso y dientes (al estar protegidos por el hueso no se destruyeron con el fuego) (ABC, 2012; Vozpopuli, 2012).

## **2. OBJETIVOS**

1. Establecer una propuesta de identificación forense basada en la colocación de una miniplaca codificada en una ubicación estandarizada de un diente determinado.
2. Establecer un código con validez internacional para el marcado de la miniplaca.
3. Valorar la resistencia a temperaturas crecientes de la miniplaca codificada y colocada en su localización dentaria y de los tejidos dentales.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

**Muestra.** Se parte de una muestra de 10 dientes extraídos de desecho. Estos dientes son donados por un centro dental privado de Bilbao (Bizkaia) y previamente autoclavados, de manera que se evite el riesgo de sufrir cualquier tipo de transmisión biológica indeseada y se garantice un manejo seguro de la muestra.

Respecto a los **criterios de inclusión**, para este estudio interesan dientes en buen estado de conservación sin procesos patológicos que puedan afectar a los resultados.

**Distribución de la muestra.** Se dividirá a los dientes en varios grupos en función de la temperatura a la que se vayan a someter en el horno y de la marca que lleven en la placa (**Tabla 1**). Los dientes recibirán un número que se corresponderá con uno o varios ciclos de horneado.

**Tabla 1.** Distribución de la muestra en función de las temperaturas a las que se va a someter.

DIENTE	TEMPERATURAS (°C)	CICLOS DE HORNEADO
1	200, 400, 600, 800, 1000 y 1100	6
2	200	1
3	400, 600, 800, 1000 y 1100	5
4	400	1
5	600, 800, 1000 y 1100	4
6	600	1
7	800, 1000 y 1100	3
8	800	1
9	1000 y 1100	2
10	1000	1

**Preparación de la placa metálica.** Las placas se cortarán a partir de una aleación de un piloto de Cr-Co y se marcarán con un sistema de rayas y puntos (**Tabla 2**) insertándolas en silicona pesada para facilitar su manipulación. El marcado se hará con material rotatorio de alta velocidad y una fresa redonda de diamante. Las placas tendrán un diámetro de 3mm.

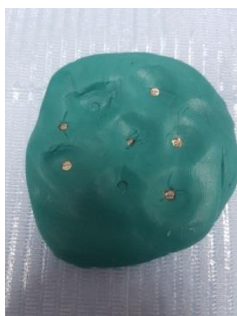


Figura 1. Marcado de las placas en silicona pesada

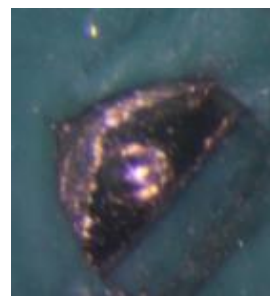


Figura 2. Placa marcada con un punto

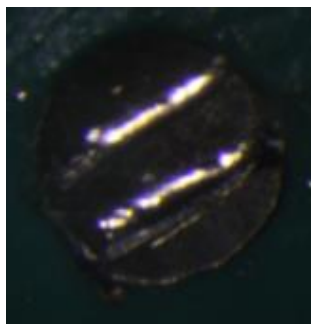


Figura 3. Marcado con dos rayas



Figura 4. Marcado con dos puntos



Figura 5. Marcado con raya y punto

Tabla 2. Distribución de la muestra en función del marcado de la placa.

DIENTE	SÍMBOLO
1	.
2	.
3	I.
4	I.
5	II
6	II
7	..
8	..
9	I.
10	I.

**Preparación de la cavidad.** Previo a su manejo los dientes se sumergirán en suero para rehidratarlos durante 15 horas. Se harán cavidades de clase I realizando la apertura desde la fosa central con material rotatorio de alta velocidad y refrigeración constante. Se utilizará una fresa redonda de diamante a la que se pondrá un tope para controlar la profundidad de la cavidad, que serán 3mm.



Figura 6. Diente 4 con la placa dentro



Figura 7. Diente 6 y placa marcada (II)



**Obtención de la cavidad.** En primer lugar, y tras comprobar que todas las placas entran correctamente en las cavidades, se realizará una técnica de grabado convencional en dos pasos: grabado + adhesivo. Se grabará con ácido ortofosfórico durante 30 segundos. Después se introducirá la placa y se aplicará el adhesivo (*Ivoclar Vivodent*<sup>®</sup>), que se fotopolimerizará durante 20 segundos (lámpara LED *EasyLight*<sup>®</sup>). A continuación se aplicará una capa de composite fluido (*Kerr*<sup>®</sup>) que recubra la placa; el restante de la cavidad se obturará con composite normal (*Kerr*<sup>®</sup>), cada capa de composite se fotopolimerizará durante 20 segundos.



Figura 8. Diente 4 obturado



Figura 9. Diente 10 obturado

**Aplicación de altas temperaturas.** Previamente a su introducción en el horno, los dientes se envolverán individualmente en pechuga de pollo (**Figura 11**), de esta forma se intentan simular y preservar los tejidos blandos de la mejilla y la lengua. Como ya se ha mencionado en el apartado de distribución de la muestra (**Tabla 1**), las temperaturas que se utilizarán serán: 200, 400, 600, 800, 1000 y 1100 °C (*Mestra HP-50*<sup>®</sup>). Los ciclos de horneado durarán 1 h y se programará el horno con una ventana de 15 minutos entre una temperatura y otra para poder realizar el intercambio de la muestra.



Figura 10. Preparaciones 3,4, 5 y 6 antes de introducirse al horno.

**Análisis de la muestra.** Los resultados serán analizados por medio de un microscopio clínico de 25.6 aumentos (*Altion*<sup>®</sup>). A la hora de hacer el análisis para elaborar los resultados se tendrá en cuenta:

- Estado general del diente
- Cambios en el color, pigmentaciones
- Estado de la obturación
- Estado esmalte
  - o Color
  - o Fisuras/Fracturas
  - o Separación del casquete de esmalte
- Estado dentina
  - o Color
  - o Fisuras
  - o Fragmentación
- Estado cemento
  - o Color
  - o Grietas/Fracturas radiculares
- Exposición de la cámara pulpar
- Estado de la placa y marca visible

**Elaboración del código alfanumérico.** Para llevar a cabo esta propuesta se han consultado las páginas web oficiales del Ministerio del Interior (Gobierno de España) en sus apartados correspondientes a documentos de identificación oficiales.

Este proyecto se ha sometido a valoración por el Comité de Ética para las Investigaciones relacionadas con Seres Humanos (CEISH) de la Facultad de Medicina y Enfermería de la Universidad del País Vasco, obteniendo una respuesta positiva (M10\_2017\_234) (**Anexo 1**).

#### **4. RESULTADOS**

Se han obtenido los siguientes resultados tras la exposición a las temperaturas previamente establecidas:

##### **Diente 1**

El diente 1 ha pasado por todos los ciclos de horno. Durante el tercer horneado, a 600°C, se produjo el estallido de la corona (**Figura 11**), se observó la exposición de la cámara pulpar y la pérdida de la obturación. La placa quedó adherida al material de obturación y en buen estado, manteniéndose así durante el resto del experimento. El cemento se mantuvo intacto durante todo el procedimiento, con alguna pequeña fisura y reducción del volumen radicular. Presenta un color totalmente blanco, consecuencia de la incineración.



**Figura 11. Diente 1 tras los seis ciclos de horno**

## Diente 2

Este diente por el contrario solamente se expuso a un ciclo de 200°C. El único cambio que ha sufrido ha sido la pérdida de brillo de la corona y de la restauración. No hay fracturas ni fisuras visibles y la placa se mantiene intacta.



Figura 12. Diente 2 tras un ciclo de horno

## Diente 3

En este caso el diente ha pasado por cinco ciclos de horno, comenzando en los 400°C hasta los 1100°C. En el primer ciclo se produjo la separación del casquete de esmalte, que se llevó consigo la placa; en los ciclos sucesivos no se pierde más tejido, simplemente se observa como aparecen fisuras en la dentina y el diente va aclarándose desde un aspecto totalmente negro tras los 400°C hasta uno completamente blanco tras los 1100°C. El cemento se mantiene intacto aunque parece que hay una contracción del volumen radicular.



Figura 13. Diente 3 tras cinco ciclos de horno

#### **Diente 4**

Este diente se expuso solamente a un ciclo de 400°C. El diente se mantiene intacto pero su manipulación debe ser muy cuidadosa puesto que es muy frágil. Es totalmente negro en su superficie. La placa presenta un buen estado.



**Figura 14. Diente 4 tras un ciclo de horno**

#### **Diente 5**

En este caso el diente ha pasado por cuatro ciclos de horno, comenzando en los 600°C hasta los 1100°C. Se ha producido el estallido de la corona, afectando al esmalte y parte de la dentina, provocando el desprendimiento de la placa junto con el material de obturación; a medida que avanzan los ciclos se produce el cambio de color, de gris-oscuro/negro a blanco, la aparición de fisuras en corona y raíz y la reducción del volumen radicular. Su manipulación es complicada ya que es muy frágil.



**Figura 15. Diente 5 tras cuatro ciclos de horno**

### **Diente 6**

Este diente se expuso solamente a un ciclo de 600°C. Se ha producido la fragmentación de parte del esmalte. La placa sigue en su sitio, debajo del material de obturación que ha adquirido un tono blanco, en contraste con la dentina expuesta, totalmente negra. La raíz comienza a mostrar la tendencia de tornarse blanca aunque todavía presenta un tono grisáceo, con alguna mancha negra, también presenta fisuras verticales y horizontales. La placa está intacta.



**Figura 16. Diente 6 tras un ciclo de horno**

### **Diente 7**

En este caso el diente ha pasado por tres ciclos de horno, comenzando en los 800°C hasta los 1100°C. Se observa como se ha fragmentado el esmalte y desprendido una parte, en el momento en que se manipula se desprende algo más de esmalte junto con la placa, que se encuentra en buen estado. En los siguientes ciclos continúa fragmentándose parte de la dentina, que ya presentada diferentes fisuras; finalmente adquiere un color totalmente blanco en la última exposición a 1100°C. En el cemento también se puede observar alguna fisura y se aprecia reducción del volumen radicular.



Figura 17. Diente 7 tras tres ciclos de horno

### Diente 8

Este diente se expuso solamente a un ciclo de 800°C. Se produjo la fragmentación del casquete de esmalte, totalmente blanco. Después con su manipulación se desprendió parte de la dentina. Se observa como a medida que es más cercana a la cámara pulpar, se va tornando más oscura, pasando de gris a negro. Presenta reducción del volumen radicular, con alguna fisura superficial en la región cervical. La placa al salir del horno se mantiene expuesta dentro de la cavidad en buen estado.



Figura 18. Diente 8 tras un ciclo de horno

### Diente 9

En este caso el diente ha pasado por dos ciclos de horno, 1000 y 1100°C. Tras la primera exposición a 1000°C se ha desprendido parte del esmalte oclusal y la

restauración, dejando expuesta la placa metálica, que se ha fundido levemente en un extremo y se encuentra dentro de su cavidad y con la marca en buen estado. Finalmente el esmalte está completamente desprendido, la dentina se conserva en gran parte, con líneas de fracturas verticales y la placa se ha fundido más, tiñendo su alrededor pero conservando la marca y manteniéndose en su cavidad. La raíz, disminuida en volumen, presenta un color grisáceo en su mitad más coronal, mientras que el tercio apical es blanco.



**Figura 19. Diente 9 tras dos ciclos de horno**

### **Diente 10**

Este diente se expuso solamente a un ciclo de 1000°C. El esmalte ha desaparecido completamente, se ha fragmentado, junto con parte de la dentina; ambos presentan un color totalmente blanco. El cemento, en buen estado, tiene diferentes tonos de gris en la región más cervical y es totalmente blanco en la zona más apical, también se aprecian ligeras fisuras superficiales y ha perdido volumen radicular. La placa, ligeramente fundida, ha quedado unida a la dentina y conserva la marca que se había hecho en un principio.



**Figura 20. Diente 10 tras un ciclo de horno**



Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos en los dientes pares, sometidos a un solo ciclo de horno.

	Diente 2	Diente 4	Diente 6	Diente 8	Diente 10
<b>Temperatura (°C)</b>	200	400	600	800	1000
<b>Color</b>	Amarillo pálido, sin brillo	Negro	Grisáceo, corona oscura/raíz clara	Esmalte: blanco Dentina: gris oscura Cemento: gris claro y blanco	Blanco, excepto región cervical del cemento (gris claro)
<b>Estado esmalte</b>	Bueno	Frágil	Fragmentado	Separación del casquete del esmalte	Fragmentado
<b>Estado dentina</b>	Bueno	Bueno	Expuesta	Frágil	Fragmentado
<b>Estado cemento</b>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
<b>Estado obturación</b>	Bueno	Bueno	Márgenes desadaptados	Desalojada de la cavidad	Desalojada de la cavidad
<b>Exposición pulpar</b>	No	No	No	No	No
<b>Disminución del volumen radicular</b>	No	No	No	Si	Si
<b>Fisuras</b>	No	Si (región cervical de la raíz)	Si (raíz y corona)	Si (región cervical)	Si
<b>Estado placa</b>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Ligeramente fundida
<b>Marca visible</b>	Si	Si	Si	Si	Si

**Tabla 4. Resumen de los resultados obtenidos en los dientes impares, sometidos a varios ciclos de horno.**

	<b>Diente 1</b>	<b>Diente 3</b>	<b>Diente 5</b>	<b>Diente 7</b>	<b>Diente 9</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	200-1100	400-1100	600-1100	800-1100	1000-1100
<b>Color</b>	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco/Gris claro
<b>Estado esmalte</b>	Desprendido	Desprendido	Desprendido	Desprendido	Desprendido
<b>Estado dentina</b>	Desprendida	Frágil	Fragmentada	Levemente fragmentada	Fragmentado
<b>Estado cemento</b>	Frágil	Bueno	Frágil	Bueno	Bueno
<b>Estado obturación</b>	Desalojada, incinerada adherida a la placa	Desalojada, incinerada adherida a la placa	Desalojada, incinerada adherida a la placa	Desalojada, incinerada adherida a la placa	Adherida al metal fundido y unida al diente, teñida de gris oscuro
<b>Exposición pulpar</b>	Si	No	Si	No	No
<b>Disminución del volumen radicular</b>	Si	Si	Si	Si	Si
<b>Fisuras</b>	Si	Si (región cervical de la raíz)	Si (raíz y corona)	Si	Si
<b>Estado placa</b>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Ligeramente fundida
<b>Marca visible</b>	Si	Si	Si	Si	Si

#### 4.1 PROPUESTA DE IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

1. Código alfanumérico. Portará información que sirva para identificar no solo al paciente, sino también al odontólogo encargado de poner la placa y almacenar todos los registros.
  - a. Dentista: número de colegiado
  - b. Paciente: pasaporte + fecha de expedición/documento oficial país de origen (si no tiene pasaporte) + iniciales/nombre.
2. Placa:
  - a. Material: titanio
  - b. Marcado de la placa. Podría plasmarse el código íntegramente, con los números y letras representativos tanto del dentista como del paciente. En caso de no poder hacerse de esta forma, se crearía un código QR o de barras.
3. Colocación estandarizada en función del diente:
  - a. Molares y premolares: La apertura se realizará desde la fosa central realizando cavidades de clase I. Se hará con material rotatorio de alta velocidad y refrigeración constante y se utilizará una fresa redonda de diamante a la que se pondrá un tope para controlar la profundidad de la cavidad, que será de unos 2-3mm, en función del diente (si tiene más o menos cantidad de esmalte y dentina).
  - b. Caninos: La apertura se realizará a la altura del cingulo. Se hará de la misma forma que en los anteriores.
  - c. Aprovechamiento de cavidades previas. Si el paciente presenta obturaciones previas en la cara oclusal de premolares o molares, estas se aprovecharían para colocarlo en ese mismo lugar, para de esta manera no debilitar otro diente que se encuentra en buen estado.
4. Almacenamiento de datos
  - a. ¿Cómo hacerlo? Es importante que cada odontólogo lleve un registro detallado, tanto informático como en papel de los dispositivos que ha colocado, detallando:
    - i. Datos personales del paciente (nombre y apellidos, dirección, etc.)

- ii. Código marcado en la placa
  - iii. Odontograma y pruebas de imagen (si se dispone de ellas) identificando de forma precisa su ubicación.
- b. Consentimiento informado.
- c. Protección de datos. Debe respetarse la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) (del Estado, 1999.).

## 5. DISCUSIÓN

Con este estudio in vitro el objetivo es probar esta propuesta de marcado dental como un método válido y fiable de cara a la identificación de los fallecidos en situaciones en las que el proceso es complicado.

En primer lugar, debe destacarse que las placas han aguantado de forma satisfactoria y se ha demostrado la gran resistencia que presentan los dientes ante condiciones extremas y que por tanto, pueden ser válidos para la identificación forense. Hay que tener en cuenta que en situaciones in vivo hay una serie de factores que pueden influir, por ejemplo, los dientes no están directamente expuestos como en el horno, sino que están rodeados tanto por los tejidos periodontales como por la musculatura oral. Otros factores que influyen son propios de la catástrofe, como el origen del incendio, la curva de elevación de la temperatura o la presencia de determinados agentes químicos; sin olvidar de la incertidumbre del tiempo de exposición indeterminado en un accidente.

Respecto al comportamiento de los dientes durante las diferentes fases del estudio, es importante destacar que, además de los diferentes factores modificadores ya mencionados que pueden encontrarse in vivo, en este caso pueden ser más débiles por haber sido previamente autoclavados. Pese a todo ello, los resultados han sido satisfactorios, por lo que sería interesante repetir el estudio con una muestra mayor y probando varias posiciones/profundidades de la placa además de utilizar algún diente sin ningún tipo de obturación para comparar su comportamiento y la medida en que lo debilita, a modo de grupo control.

## **5.1 COMPORTAMIENTO DE LOS TEJIDOS DENTALES A ALTAS TEMPERATURAS**

Los resultados obtenidos coinciden en gran medida con los presentados por Merlati et al. (2004), Moreno et al. (2008), Moreno et al. (2009) y Vázquez et al. (2012).

- A 200°C el casquete de esmalte se fractura en la región cervical, para posteriormente desprenderse, aunque en nuestro estudio sucede a menor temperatura, esto puede deberse a que los dientes que se han utilizado en este caso han sido autoclavados, no han seguido los mismos medios de conservación.
- Respecto a la aparición de fisuras y fracturas los resultados presentan cierta semejanza, a partir de los 400°C aparecen fracturas/fisuras en esmalte, dentina y cemento y a medida que va ascendiendo la temperatura estas van profundizándose.
- Los resultados concuerdan de igual forma en la descripción de los cambios de color que sufren los tejidos dentales, éstos se corresponden directamente con los niveles de carbonización e incineración, pasando desde amarillo pálido (200°C), al negro (400°C), gris (600°C), gris y blanco (800°C) y finalmente al blanco tiza (1000°C).
- Por otro lado, respecto al comportamiento del material de obturación, todos coinciden en que a los 400°C se inicia el proceso de carbonización y a los 800°C se incinera, adquiriendo una textura rugosa y completamente blanca.
- Moreno et al. (2009) hacen referencia a la disminución del volumen radicular a partir de los 800°C, fenómeno que sucede en este estudio.

## **5.2 MARCADO DE PRÓTESIS**

Existen diferentes propuestas de marcado, tanto sobre la superficie de la prótesis como en el interior de las mismas. A priori, estas últimas serían las más recomendables puesto que se presupone que van a ser más duraderas ante condiciones adversas al estar protegidas por la propia estructura de la prótesis. En la revisión de Bathala, Rachuri, Rayapati & Kondaka (2016) se recogen diferentes métodos de marcado dental tanto de superficie como internos. Hay muchas opciones

de marcado, pero según refieren, ninguna cumple con todos los requisitos para ser considerada la ideal.

Medina, Vallejo & Gómez (2014) mencionan el uso de códigos de barras en papel, códigos de barra en 2D o chips; el inconveniente de estos métodos es que no resisten a las altas temperaturas.

Como método ideal destaca el sistema sueco ID-Band, consiste en una banda metálica grabada con un código de identificación (representación de la identidad del paciente) que se incluye en el acrílico de las prótesis dentales. Con esta técnica se establecieron los requisitos mínimos que deben seguir una etiqueta o dispositivo de marcaje: resistencia y permanencia ante medios hostiles, inalterabilidad de la estética y resistencia de la prótesis y biocompatibilidad con el medio oral. Además, se incluyen bajo costo y facilidad de lectura. Este método tiene cierta semejanza con el que se propone en este estudio. En este caso, la banda metálica puede ser de un tamaño mayor que nuestra placa, dado que las dimensiones del objeto donde se coloca son mayores.

#### **5.4 ANÁLISIS DE ADN**

A la hora de certificar la identidad de un fallecido debe tenerse en cuenta una prueba de ADN, pero también es cierto que en determinadas condiciones puede ser difícil su obtención. Según el estudio de García et al. (1996) la obtención de ADN es posible a temperaturas de 400°C, pero tras exponerse el diente a 500°C es muy difícil conseguir material genético. Obtenerlo o no depende en gran medida de la temperatura y del tiempo de exposición.

Tsuchimochi et al. (2002) colocaron en un horno durante dos minutos los dientes a temperaturas de 100°C, 200°C, 300°C, 400°C y 500°C; se pudieron obtener resultados hasta 300°C, a partir de los 400°C no se obtuvieron debido a que resultó muy difícil la extracción pulpar, que se encontraba carbonizada.

Más recientemente Garriga, Thomas, Ubelaker & Zapico (2018) han obtenido datos similares al estudio anterior. En este caso se expuso a los dientes a temperaturas crecientes de 100°C a 700°C durante periodos de tiempo de uno, cinco, diez y quince minutos. No hubo ningún inconveniente hasta los 400°C, donde no se pudo obtener

material suficiente a diez y quince, tampoco se pudo a 500°C a quince, 600°C a cinco y quince y a 700°C a cinco, diez y quince minutos.

Por su parte, en el estudio de Rees & Cox (2010), sometieron a altas temperaturas a dientes de jabalí (*SusScrofa*) protegidos por hueso alveolar y por la cabeza completa. Se pudieron obtener muestras válidas a 525°C durante quince minutos de molares en hueso alveolar y a 625°C después de una hora de aquellos expuestos con la cabeza completa.

Estos últimos resultados son mejores que los que se obtienen en los estudios mencionados anteriormente, pero también se debe tener en cuenta que se ha hecho en un entorno controlado y que hay más variables in vivo que pueden influir en los resultados. Se observa como en general, la capacidad de obtener ADN válido para la identificación está muy relacionada con la temperatura.

Un trabajo reciente de Rubio, Sioli, Gaitán & Martin-de-Las-Heras (2018) sugiere que el color está significativamente relacionado con la concentración de ADN en el diente quemado y que puede ser posible predecir la posibilidad de obtenerlo en base a un estudio espectrofotométrico del color dental, aunque son necesarios más estudios.

## **5.5 MARCADO DENTAL**

Gómez, Correa & Rayo (2013) realizaron un estudio in vitro para evaluar la resistencia a la temperatura de diez microchips de radiofrecuencia RFID pasivos implantados en diez molares humanos. El inconveniente que se encontraron es que dejaban de emitir a partir de los 300-400°C, por lo que a partir de estas temperaturas podían servir como un método de marcado a la hora de hacer identificación comparativa AM-PM; pero no podrían servir como un método directo ya que no sería posible su lectura.

Respecto al método que se propone en este estudio hay varios factores a considerar. En primer lugar, en relación al código alfanumérico que se propone como ideal, el objetivo es que sea capaz de identificar a un solo individuo en cualquier parte del mundo, y también al odontólogo encargado de poner la placa y almacenar todos los registros. Diseñando el código de esta manera es posible contactar con el responsable

para cualquier consulta durante el proceso de identificación, así como para que aporte los datos necesarios que ayuden en el proceso.

Al dentista se le puede identificar de forma sencilla con el número de colegiado, pero a la hora de elegir la forma de representar al paciente se plantean más dudas. Es importante saber que el número del pasaporte cambia cada vez que se renueva, por lo que además del número es necesario marcar su fecha de expedición; de esta manera se acortaría la búsqueda en las bases de datos de las autoridades.

En caso de no tener pasaporte también se puede utilizar el documento nacional de identidad, que no varía, pero debe tenerse en cuenta la falta de obligatoriedad de expedición a edades más tempranas. Para otros países la propuesta sería la misma, la primera opción siempre será utilizar el número de pasaporte y en caso de que no fuera posible porque no se dispone de él, se pasaría a utilizar otro documento oficial del país de origen o el número de la seguridad social.

Respecto al material de la placa se han valorado dos posibilidades, el platino y el titanio. En un principio se consideraron estos porque ambos tienen un punto de fusión mayor que el cromo-cobalto, mientras que este último funde alrededor de los 1300°C, tanto el titanio como el platino tienen un punto de fusión superior (1668 y 1768°C respectivamente). Finalmente se tomó la decisión de utilizar titanio debido a que es más económico que el platino, que es uno de los metales más caros. Gracias a su elevado punto de fusión también se puede asegurar que tanto la placa como el código van a ser capaces de resistir la exposición a altas temperaturas. A 11/05/2018 y según precios informativos del mercado de Londres (LBMA), 1oz. (31,1035 gramos) de platino tienen un precio de 778,690€, es decir, 30.040,00€/Kg. Consultado la evolución histórica del precio del titanio, este ha sufrido un descenso importante, en enero de 2018 el kilogramo de titanio tenía un precio de 4,10€, muy inferior al del platino.

El marcado de la placa se hará con un sistema de microfresado, en caso de que el código se marque como tal, su lectura se hará mediante magnificación, en cambio, si se marca como un código de barras o un código QR la lectura deberá hacerse con un escáner.



En relación a la colocación de la placa en el diente, es importante mencionar que si el paciente no presenta una obturación previa que sea apta para esta técnica, se tratará de una intervención invasiva en la que se manipulará un diente sin patología. En estas situaciones, para intentar remover el mínimo tejido dental se ha planteado la posibilidad de hacer una cavidad de 2-3mm de profundidad, en función del tamaño del diente, de forma que no se quede en esmalte, sino que se aloje en la parte más coronal de la dentina.

Es importante mencionar que pese a que se pueda dar el caso de ser una técnica invasiva, la persona que decida recurrir a ella es de manera totalmente voluntaria, no es un sistema obligatorio. Previa toma de cualquier decisión es importante que el paciente esté completamente informado de posibles complicaciones o riesgos, ya que las obturaciones tienen una vida media larga, pero pueden fracasar; no existe ningún riesgo grave al practicar esta técnica, pero sí que se debe informar de la posibilidad de que la obturación se desprenda, filtre o provoque sensibilidad.

En relación al almacenamiento de datos, tiene que ajustarse al cumplimiento de la legislación pertinente, debiendo respetarse la confidencialidad de los pacientes en todo momento.

Para concluir, remarcar que se trata de una propuesta de un método más de identificación, igual de válido que otros que se han mencionado a lo largo del trabajo, y que no pretende reemplazar sino completar a los mismos en aras de un objetivo común, que es la identificación. Es evidente que la Odontología tiene un papel muy importante en identificación forense, cada vez más, en un mundo globalizado, con más recursos y más situaciones en las que es necesario recurrir a estos procedimientos.

## **6. CONCLUSIONES**

El sistema de marcado dental mediante mini-placas metálicas puede ser válido como método de identificación de individuos expuestos a situaciones de riesgo físico y bajo expreso deseo de los mismos.

La elaboración de un código de validez internacional, aunque factible, está sujeta a la variabilidad administrativa de cada país, por lo que para su desarrollo puede

recurrirse a documentos de curso legal como pasaporte o número de seguridad social, vinculándolo a un identificativo del odontólogo implicado en el proceso.

Los dientes y las miniplacas metálicas son capaces de soportar altas temperatura sufriendo cambios mínimos en su morfología, lo que confirman su valor como herramienta de identificación de individuos expuestos a estas circunstancias.

La Odontología tiene un papel muy importante en la identificación forense contribuyendo en gran medida a la obtención de resultados favorables en tal sentido, aunando esfuerzos con otras disciplinas implicadas en este proceso.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

ABC. (2015). El antecedente del Yak 42: De dos a cuatro meses, frente a 48 horas. Recuperado de: <http://www.abc.es/espana/20150402/abci-lecciones-201504012131.html>

Adserias-Garriga, J., Thomas, C., Ubelaker, D. H., & Zapico, S. C. (2018). When forensic odontology met biochemistry: Multidisciplinary approach in forensic human identification. *Archives of oral biology*, 87, 7-14.

Bathala, L. R., Rachuri, N. K., Rayapati, S. R., & Kondaka, S. (2016). Prosthodontics an “arsenal” in forensic dentistry. *Journal of forensic dental sciences*, 8(3), 173.

Berketa, J., James, H., & Marino, V. (2011). Dental implant changes following incineration. *Forensic science international*, 207(1-3), 50-54.

Civil, C. (1982). Real Decreto de 24 de julio de 1889. *Boletín Oficial del Estado*, (206).

Datta, P., & Sood, S. (2010). The various methods and benefits of denture labeling. *Journal of forensic dental sciences*, 2(2), 53.

del Estado, B. O. (1999). Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. *Boe*, 298, 43088-99.

Ferreira Paz, J. L., Espina de Ferreira, A. I., Barrios Ferrer, F. A., Cardozo, M., & Gregorio, M. (2005). Conservación de las estructuras orales y faciales del cadáver quemado. *Cienc. odontol*, 2(1), 58-65.

Garach, A. V. (2005). Estrategias y propuestas de intervención de los equipos de identificación en grandes catástrofes: papel de la Odontología forense. *Ciencia forense: Revista aragonesa de medicina legal*, (7), 11-34.

Garcia, A. A., Munoz, I., Pestoni, C., Lareu, M. V., Rodriguez-Calvo, M. S., & Carracedo, A. (1996). Effect of environmental factors on PCR-DNA analysis from dental pulp. *International journal of legal medicine*, 109(3), 125-129.

Gómez, F. M., Correa, S. M. M., & Rayo, H. G. (2013). MICROCHIP RFID PASIVO IMPLANTADO EN DIENTES MOLARES SOMETIDOS A ALTAS TEMPERATURAS CON FINES DE IDENTIFICACIÓN FORENSE. *UstaSalud*, 12(2), 116-123.

González, M. (2009). El general del Yak-42 "faltó a la verdad". Recuperado de: [https://elpais.com/diario/2009/05/20/espana/1242770401\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2009/05/20/espana/1242770401_850215.html)

INTERPOL. (2009). Guía para la Identificación de Víctimas de Catástrofes. Disponible en: [http://www.interpol.int/content/download/10461/74528/version/4/file/guide\[1\].pdf](http://www.interpol.int/content/download/10461/74528/version/4/file/guide[1].pdf)

La Vanguardia. (2012). Etxebarria muestra su confianza en el trabajo de la USC que determina la imposibilidad de sacar ADN de los restos. Recuperado de: <http://www.lavanguardia.com/20121026/54353928408/etxebarria-muestra-su-confianza-en-el-trabajo-de-la-usc-que-determina-la-imposibilidad-de-sacar-adn.html>

López-Fonseca, O. (2012). Baile de restos en el caso Ruth y José: los forenses discrepan en el número de dientes hallados. Recuperado de: [https://www.vozpopuli.com/actualidad/sociedad/Caso\\_Ruth\\_y\\_Jose-Cordoba-Policias\\_0\\_527947225.html](https://www.vozpopuli.com/actualidad/sociedad/Caso_Ruth_y_Jose-Cordoba-Policias_0_527947225.html)

Martin-de-las-Heras, S., Valenzuela, A., de Dios Luna, J., & Bravo, M. (2010). The utility of dental patterns in forensic dentistry. *Forensic science international*, 195(1-3), 166-e1.

Medina, S., Vallejo, D., & Gómez, F. M. (2014). Técnicas, etiquetas y dispositivos de marcaje de prótesis dentales empleados en odontología forense como medio de identificación. Revisión sistemática de la literatura/Techniques, Labels, and Devices for Marking Dentures used in Forensic Dentistry... *Universitas Odontológica*, 33(71), 117.

Merlati, G., Savio, C., Danesino, P., Fassina, G., & Menghini, P. (2004). Further study of restored and un-restored teeth subjected to high temperatures. *Journal of Forensic OdontoStomatology*, 22(2), 34-39.

Moreno, S., León, M., Marín, L., & Moreno, F. (2008). Comportamiento in vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales de obturación dental sometidos a altas temperaturas con fines forenses. *Colombia Médica*, 39(1).

Moreno, S., Merlati, G., Marin, L., Savio, C., & Moreno, F. (2009). Effects of high temperatures on different dental restorative systems: Experimental study to aid identification processes. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 1(1), 17.

Moya Pueyo, V., Roldan Garrido, B., & Sánchez Sánchez, J. A. (1994). *Odontología legal y forense*.

Mühlemann, H. R., Steiner, E., & Brandestini, M. (1979). Identification of mass disaster victims: the Swiss identification system. *Journal of Forensic Science*, 24(1), 173-181.

Oliver, B. (1989). A new inclusion denture marking system. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*, 20(1), 21-25.

Pretty, I. A., & Sweet, D. (2001). forensic dentistry: A look at forensic dentistry—Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. *British dental journal*, 190(7), 359.

Redacción El HuffPost. (2017). Las claves de la tragedia del Yak-42. Recuperado de: [https://www.huffingtonpost.es/2017/01/04/claves-yak-42\\_n\\_13949502.html](https://www.huffingtonpost.es/2017/01/04/claves-yak-42_n_13949502.html)

Rees, K. A., & Cox, M. J. (2010). Comparative Analysis of the Effects of Heat on the PCR-Amplification of Various Sized DNA Fragments Extracted from Sus Scrofa Molars. *Journal of forensic sciences*, 55(2), 410-417.

- Remualdo, V. R. (2004). Assessment of three methods of extraction of DNA of teeth of humans subjected to heat (dissertation). *São Paul SP: Faculty of Dentistry, University of São Paul*.
- Rubio, L., Sioli, J. M., Gaitán, M. J., & Martin-de-las-Heras, S. (2018). Dental color measurement to predict DNA concentration in incinerated teeth for human identification. *PloS one*, *13*(4), e0196305.
- Schuller-Götzburg, P., & Suchanek, J. (2007). Forensic odontologists successfully identify tsunami victims in Phuket, Thailand. *Forensic Science International*, *171*(2-3), 204-207.
- Silva, R. H. A. D., Sales-Peres, A., Oliveira, R. N. D., Oliveira, F. T. D., & Sales-Peres, S. H. D. C. (2007). Use of DNA technology in forensic dentistry. *Journal of Applied Oral Science*, *15*(3), 156-161.
- Sweet, D. (2001). Why a dentist for identification?. *Dental Clinics of North America*, *45*(2), 237-251.
- Sweet, D. (2010). Forensic dental identification. *Forensic science international*, *201*(1-3), 3-4.
- Sweet, D., & Hildebrand, D. (1998). Recovery of DNA from human teeth by cryogenic grinding. *Journal of forensic science*, *43*(6), 1199-1202.
- Tsuchimochi, T., Iwasa, M., Maeno, Y., Koyama, H., Inoue, H., Isobe, I., ... & Nagao, M. (2002). Chelating resin-based extraction of DNA from dental pulp and sex determination from incinerated teeth with Y-chromosomal alphoid repeat and short tandem repeats. *The American journal of forensic medicine and pathology*, *23*(3), 268-271.
- Valenzuela, A., Marques, T., Exposito, N., Martín-de las Heras, S., & García, G. (2002). Comparative study of efficiency of dental methods for identification of burn victims in two bus accidents in Spain. *The American journal of forensic medicine and pathology*, *23*(4), 390-393.
- Vázquez, L., Rodríguez, P., & Moreno, F. (2012). Análisis macroscópico in vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales dentales de uso en endodoncia sometidos

a altas temperaturas con fines forenses. *Revista odontológica mexicana*, 16(3), 171-181.

Wilson, D. F., & Kolbinson, D. (1983). The heat resistance of a data-encoded ceramic microchip identification system. *The American journal of forensic medicine and pathology*, 4(3), 209-215.

# ANEXOS



NAZIOARTEKO  
ERAKUNTASUN  
CAMPUSA  
CAMPUS DE  
EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

IKERKETA SAILEKO ERREKTOREORDETZA  
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN

## GIZARIEKIN ETA HAUEN LAGIN ETA DATUEKIN EGINDAKO IKERKETEI BURUZKO ETIKA BATZORDEAREN (GIEB-UPV/EHU) TXOSTENA

M<sup>a</sup> Jesús Marcos Muñoz andreak, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHU) GIEBeko idazkari gisa,

### ZIURTATZEN DU

Ezen gizakiekun egindako ikerkuntzaren etika batzorde honek, GIEB-UPV/EHU, (2014/2/17ko 32. EHAA)

Balioetsi duela ondoko ikerzailearen proposamen hau:

Paula Martínez Maza andreak, M10\_2011\_234, honako ikerketa proiektu hau egiteko:

"Propuesta de un sistema de identificación forense basado en técnicas de marcado dental"

### Eta aintzat hartuta ezen

1. Ikerketa justifikatuta dago, bere helburuek esker jakintza areagotu eta gizarteari onura ekarriko baitio, ikerlanak lekartzakeen eragozpen eta arriskuak arazoizko izanik.
2. Ikerzaile taldearen gaitasuna eta erabilgarri dituzten baliabideak aproposak dira proiektua gauzatzeko.
3. Ikerketaren planteamendua bat dator era honetako ikerkuntza egin ahal izateko baldintza metodologiko eta etikoekin, ikerkuntza zientifikoaren praktika egokien inzipideei jarraiki.
4. Indarreko arauak betetzen ditu, ikerketa egin ahal izateko baimenak, akordioak edo hitzarmenak bane.

Aldeko Txostena eman du 2018ko urtarrilaren 25ean egin duen bileran (96/2018akta) aipatutako ikerketa proiektua ondoko ikerzaileek osatutako taldeak egin dezan:

Paula Martínez Maza  
Alberto Anta Escuredo

Eta halaxe sinatu du Leloa, 2018ko otsailaren 19an

## INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA PARA LAS INVESTIGACIONES CON SERES HUMANOS, SUS MUESTRAS Y SUS DATOS (CEISH-UPV/EHU)

M<sup>a</sup> Jesús Marcos Muñoz como Secretaria del CEISH de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

### CERTIFICA

Que este Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos, CEISH-UPV/EHU, BOPV 32, 17/2/2014, Ha evaluado la propuesta de la investigadora:

Dña. Paula Martínez Maza, M10\_2011\_234, para la realización del proyecto de investigación: "Propuesta de un sistema de identificación forense basado en técnicas de marcado dental"

### Y considerando que,

1. La investigación está justificada porque sus objetivos permitirán generar un aumento del conocimiento y un beneficio para la sociedad que hace asumibles las molestias y riesgos previsibles.
2. La capacidad del equipo investigador y los recursos disponibles son los adecuados para realizarla.
3. Se plantea según los requisitos metodológicos y éticos necesarios para su ejecución, según los criterios de buenas prácticas de la investigación científica.
4. Se cumple la normativa vigente, incluidas las autorizaciones, acuerdos o convenios necesarios para llevarla a cabo.

Ha emitido en la reunión celebrada el 25 de enero de 2018 (acta 96/2018), INFORME FAVORABLE a que dicho proyecto de investigación sea realizado, por el equipo investigador:

Paula Martínez Maza  
Alberto Anta Escuredo

Lo que firmo en Leioa, a 19 de febrero de 2018

M<sup>a</sup> Jesús Marcos Muñoz  
GIEB-UPV/EHUko idazkari teknikoa  
Secretaria Técnica del CEISH-UPV/EHU

